



Характеристики

- Разрядность: 10 бит
- Частота дискретизации: 1.5 MSPS и выше
- INL: ± 0.5 EMP
- DNL: ± 0.4 EMP
- ENOB: 9.5 бит
- Опциональный выбор внутреннего или внешнего источника тока

Особенности

- Полностью дифференциальная архитектура
- Раздельное питание аналоговых и цифровых блоков
- Гибкая настройка соотношения быстродействие/энергопотребление

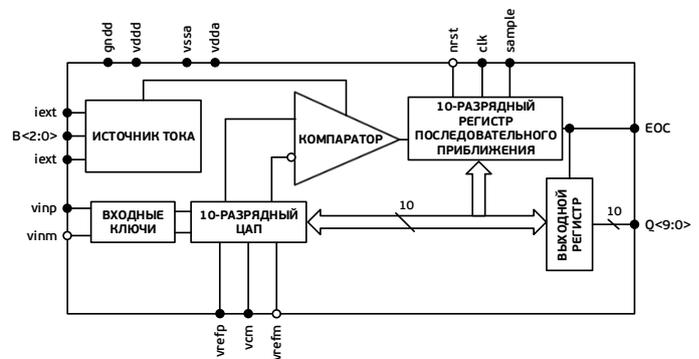
Общее описание

TI-10SAR01/1M представляет собой 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь последовательного приближения (SAR АЦП) с дифференциальными аналоговыми входами и параллельными выходными драйверами и типичной частотой преобразования 1 МГц. Полностью дифференциальная архитектура обеспечивает значительное подавление синфазных помех, а также эффективное подавление как внутренних, так и внешних источников шума. Устройство функционирует с внешними референсами и раздельным питанием и землей для аналоговой и цифровой части.

Встроенный 10-разрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с дифференциальным выходом используется для хранения входных сигналов в фазу преобразования. Он реализован с использованием двоичной емкостной архитектуры с двумя сегментированными массивами, что позволяет уменьшить общую входную емкость. Входы внутреннего ЦАПа подключены к внешним входным сигналам посредством ключей с высокой линейностью и низким входным сопротивлением, что способствует высоким динамическим характеристикам АЦП.

Выходы ЦАПа управляются SAR логикой, основанной на алгоритме последовательного приближения во время фазы преобразования. По завершении преобразования преобразованные данные выводятся на регистр параллельных выходов. Решение сохранить

Функциональная блок-схема



Сферы применения

- Системы преобразования данных
- Портативное измерительное оборудование
- Двигательный контроль
- Управление производством
- Радиолокация

данные в бите результирующего регистра или очистить его принимается SAR логикой в соответствии с выходом компаратора. Для осуществления сравнения используется высокоскоростная динамическая защелка с низким оффсетом. Внутренний источник тока с несколькими режимами может быть использован для установки желаемого соотношения скорость/потребление тока АЦП: малый ток смещения может быть использован для более низких частот преобразования.

Содержание

Типовые характеристики	4
Назначение выводов	6
Функциональное описание	7
Временная диаграмма	8
Временные характеристики	9
Передаточная характеристика	9
Внутренний источник тока	10
Рабочие характеристики	11

Типовые характеристики

$v_{dda} = 1.62..1.98$ В, $v_{ddd} = v_{refp} = v_{dda}$, $v_{refm} = 0$, $v_{cm} = 0.5 \cdot v_{dda}$, $F_{sample} = 1.25$ МГц,
 $T = -40..175$ °С, если не указано другое.

Параметр	Наименование параметра	Мин	Тип	Макс	Ед. изм.	Условия и комментарии
Статические параметры						
N	Разрядность		10		бит	Отсутствие пропущенных кодов
INL	Интегральная нелинейность ¹			± 0.53	ЕМР	$T_{ACQ} = 100$ нс; $F_{clk} = 20$ МГц
DNL	Дифференциальная нелинейность ¹			± 0.43	ЕМР	
OE	Ошибка смещения нуля ²	-0.44	0.41	0.79	ЕМР	
GE	Ошибка усиления ²	-0.32	-0.11		%	
Динамические параметры ¹						
ENOB	Эффективная разрядность	9.3	9.5	9.7	бит	$F_{in} = 52.5$ кГц синусоида; $T_{ACQ} = 50$ нс; $F_{clk} = 20$ МГц
SNR	Соотношение сигнал/шум	57.92	59.34	60.66	дБ	
SINAD	Соотношение сигнал/(шум+искажения)	57.83	59.13	60.41	дБ	
THD	Суммарный коэффициент нелинейных искажений	-73.59	-77.52	-75.39	дБ	
Скорость преобразования ³						
F_{clk}	Частота тактирования		20	80	МГц	
T_{ACQ}	Время захвата данных		50		нс	
T_{CONV}	Время преобразования		12		циклы	
	Скорость преобразования		1.25	3.5	МГц	
Референсные входы						
v_{refp}	Уровень высокого опорного напряжения ³	v_{dda}			В	
v_{refm}	Уровень низкого опорного напряжения ³	0			В	
v_{cm}	Напряжение общего уровня ³	$0.5 \cdot v_{dda}$			В	
C_{INR}	Входная емкость ⁴	15.1			пФ	v_{refp} (v_{refm})
R_{INR}	Входное сопротивление ⁴	62.4			Ом	

Типовые характеристики (продолжение)

Параметр	Наименование параметра	Мин	Тип	Макс	Ед. изм.	Условия и комментарии
I _{BIAS}	Ток смещения ⁵	30			мкА	Вытекающий ток
Аналоговые входы						
	Диапазон входного напряжения	-(v _{refp} -v _{refm})		v _{refp} -v _{refm}	В	(v _{inp} -v _{inm})
	Абсолютный диапазон входного напряжения	-0.2		(v _{refp} +0.2)	В	
C _{INA}	Входная емкость ⁴	6.58			пФ	v _{inp} (v _{inm})
R _{INA}	Входное сопротивление ⁴	53.2			Ом	
Цифровые входы						
V _{IH}	Уровень высокого входного напряжения	1.4			В	
V _{IL}	Уровень низкого входного напряжения			0.4	В	
C _{IND}	Входная емкость	20			пФ	
Цифровые выходы						
V _{OH}	Уровень высокого выходного напряжения			v _{ddd}	В	
V _{OL}	Уровень низкого выходного напряжения	0			В	
C _L	Нагрузочная емкость			20	пФ	
Потребление тока						
I _{dda} ¹	Аналоговая часть	0.44	0.72	0.81	мА	F _{clk} = 20 МГц
I _{ddd} ¹	Цифровая часть	0.18	0.20	0.22	мА	
I _{ddrefp} ²	Верхний опорный уровень	43.6	48.1	54.9	мкА	
I _{ddrefm} ²	Нижний опорный уровень	56.1	65.6	78.9	мкА	

Примечания:

¹ Результаты измерений 30 образцов устройства с единой пластины.

² Результаты моделирования, 3-сигма статические вычисления.

³ Рекомендуемые величины.

⁴ Входное сопротивление и входная емкость представляют собой сопротивление открытого входного ключа и общую емкость ЦАП; см. раздел «Функциональное описание».

⁵ Ток, генерируемый настраиваемым внутренним источником тока; см. раздел «Внутренний источник тока».

Назначение выводов

№	Имя вывода	Назначение	Примечания
1	vinp	Аналоговый вход (+)	
2	vinm	Аналоговый вход (-)	
3	vrefp	Опорное напряжение высокого уровня	
4	vcm	Напряжение общего уровня	
5	vrefm	Опорное напряжение низкого уровня	
6	en	Включающий сигнал	Активный уровень – высокий
7	en_iext	Включающий сигнал для внешнего источника тока	Активный уровень – высокий
8	iext	Ток внешнего источника тока	
9	B<2:0>	Вход цифровых данных для внутреннего источника тока	Типичный код: 100
10	vdda	Аналоговое питание	Типичное значение: 1.8 В
11	vssa	Аналоговая земля	
12	vddd	Цифровое питание	Типичное значение: 1.8 В
13	gndd	Цифровая земля	
14	sample	Сигнал фазы выборки	Высокий уровень в режиме выборки
15	nrst	Сигнал сброса	Активный уровень - низкий
16	clk	Сигнал тактирования	
17	Q<9:0>	Выход цифровых данных <9:0>	
18	EOC	Выходной сигнал «Завершение преобразования»	Активный уровень - высокий

Примечания:

“vinp”, “vinm”, “vrefp”, “vcm” и “vrefm” – высокочувствительные аналоговые сигналы: любой шум на этих входах или перекрестные помехи от высокочастотных сигналов могут изменить точность всего АЦП. Таким образом, рекомендуется экранировать эти сигналы аналоговой землей, а также чтобы быстропереключающиеся сигналы не проходили рядом (над/под) с металлической разводкой, ведущей к данным входным пинам. Реализация развязывающего конденсатора (предпочтительно внешнего) для сигналов “vrefp”, “vcm” и “vrefm” также рекомендована для работы АЦП на более высоких частотах преобразования.

Функциональное описание

По растущему фронту сигнала "sample" АЦП начинает отслеживать входное напряжение, и начинается фаза выборки. Индикатором данного процесса является переход в нижний уровень сигнала "ЕОС" (завершение преобразования). Емкостной массив (ЦАП) и входные бустрапированные ключи действуют как выборка и хранение. Во время отслеживания входного сигнала входной дифференциальный сигнал подключается к нижним обкладкам конденсаторов ЦАПа, в то время как верхние обкладки подключаются к напряжению общего уровня (vcm). Минимальная длительность фазы выборки составляет 50 нс.

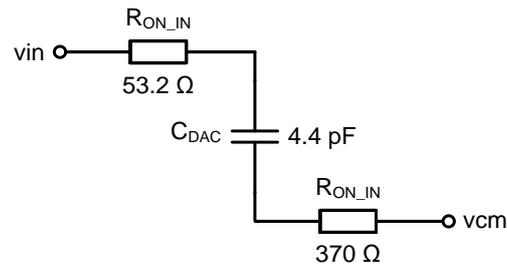


Рис. 1. Эквивалентная схема для фазы выборки для входов $vinp/vinm$

Фаза преобразования начинается на падающем фронте сигнала "sample". Верхние обкладки конденсаторов ЦАПа подключаются к внутреннему компаратору, а нижние обкладки отключаются от входов и затем подключаются к верхнему или нижнему опорному уровню в зависимости от выхода компаратора в последовательных циклах тактирования. В конце преобразования дифференциальные выходы ЦАПа сбрасываются до нуля.

Знак результата (бит 9) определяется в течение первого цикла тактирования. После того, как наименьший значащий бит (LSB) определен, включается сигнал "ЕОС" и выходной регистр захватывает преобразованный код данных.

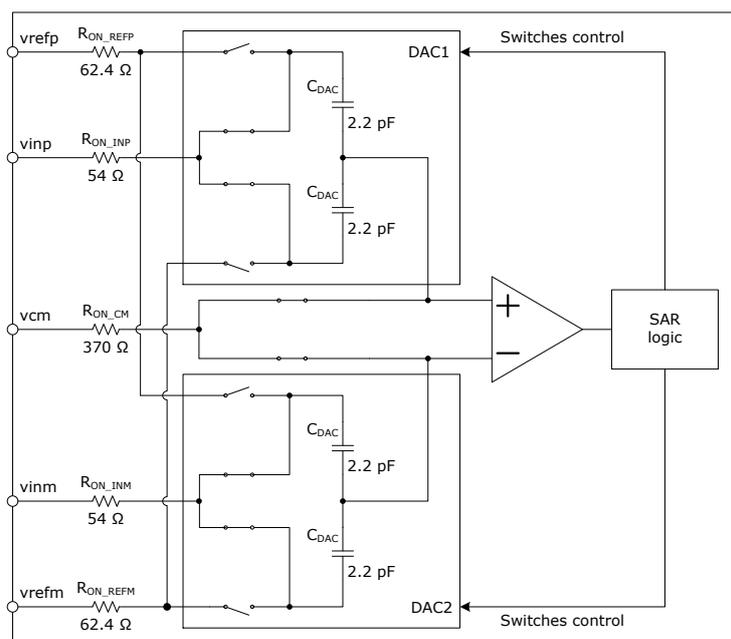


Figure 2. Упрощенная внутренняя структура; фаза выборки

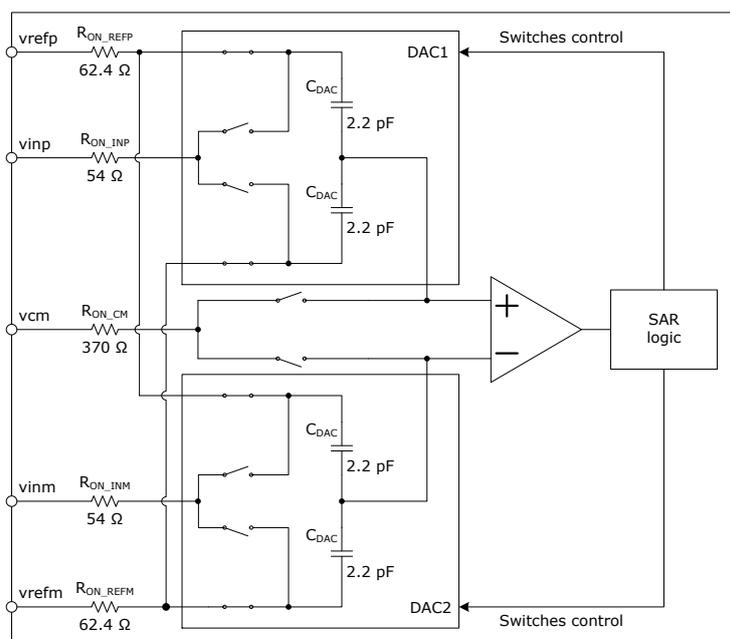


Рис. 3. Упрощенная внутренняя структура; фаза преобразования

Временная диаграмма

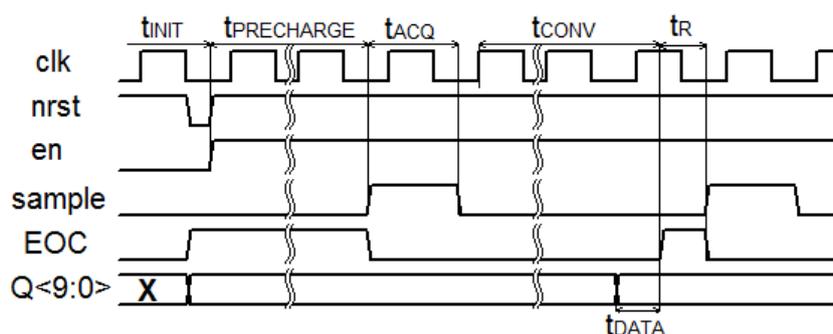


Рис. 4. Временная диаграмма (режим нормальной работы)

Сигнал "nrst" должен быть установлен в нижнее положение для инициализации АЦП и для очистки выходного регистра после включения питания. Преобразователь включается, когда сигнал "en" установлен в верхнем положении. Возвращение "en" в нижний уровень переводит конвертер в спящий режим с низким токопотреблением. Перед первым преобразованием сигнал "sample" должен находиться в нижнем положении в течение по крайней мере времени $t_{\text{PRECHARGE}}$. Установка "sample" в верхний уровень запускает фазу выборки. "Sample" должен быть активен в течение времени t_{ACQ} .

Установка "sample" в нижний уровень инициализирует операцию преобразования. Каждый бит результата определяется и захватывается логическим регистром SAR по падающему фронту тактирующего сигнала в течение цикла преобразования. Когда сигнал "EOC" выставляется в высокий уровень, преобразование заканчивается и выходной регистр Q<9:0> сохраняет выходные данные (после задержки t_{DATA}) до того, как будет завершен следующий цикл преобразования.

Временные характеристики

Параметр	Описание	Типичное значение	Ед. изм.
t_{INIT}	Время инициализации	1	циклы
$t_{PRECHARGE}$	Время предварительной зарядки емкостного массива	50	нс
t_{ACQ}	Время выборки	50	нс
t_{CONV}	Время преобразования	12	циклы
t_R	Время обновления (минимальное время между последовательными преобразованиями)	1	циклы
t_{DATA}	Задержка до доступа к данным (зависит от выходной нагрузки)	20	нс

Передаточная характеристика

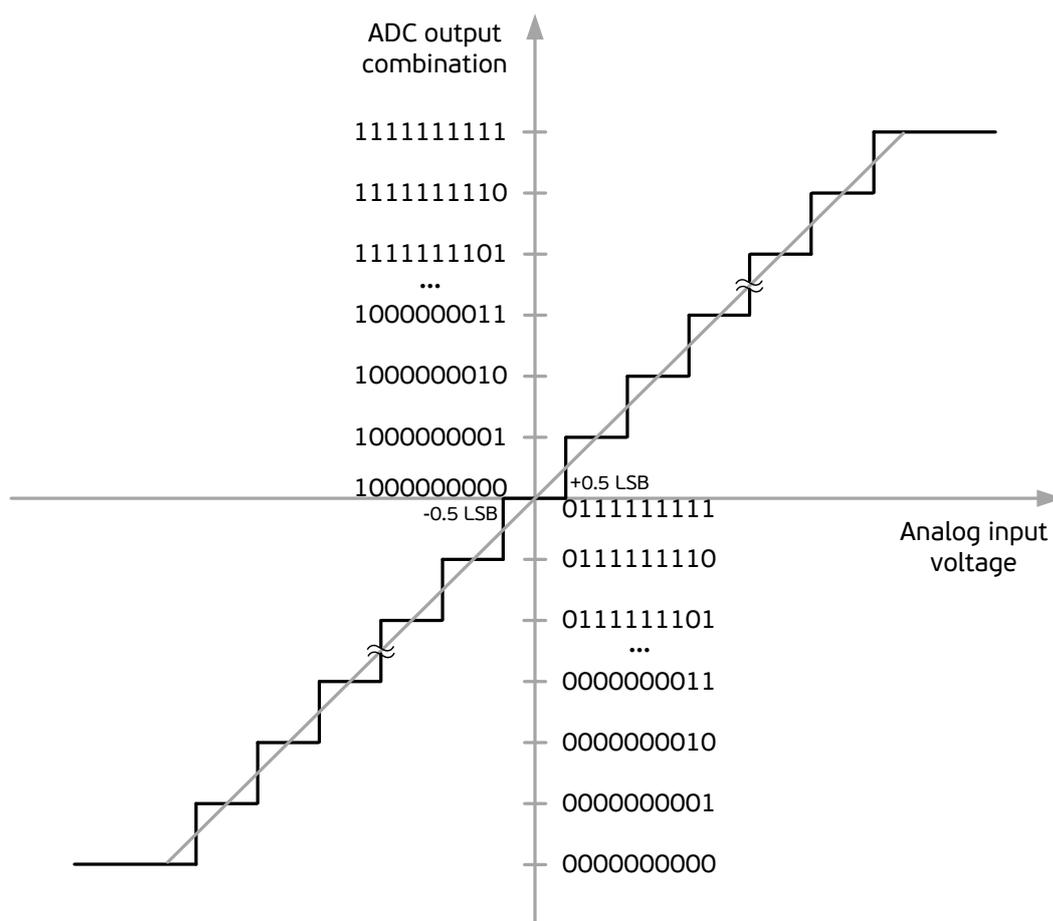


Рис. 5. Идеальная передаточная характеристика

Внутренний источник тока

Внутренний источник тока представляет собой источник тока общего назначения. Схема имеет один выход, через который при типичной комбинации входов (В) 0x4 течет типичный ток в 30 мкА. Для работы данной схеме требуется питание 1.8 В.

Параметры источника тока

$v_{dda}=1.8$ В, $v_{ssa}=0$, $T=27^{\circ}\text{C}$, если не указано другое.

Символ	Параметр	Значение	Ед. изм.	Условия
I_{out}	Выходной ток	6.31	мкА	$B<2:0> = 000$
		12.6		$B<2:0> = 001$
		18.9		$B<2:0> = 010$
		25.2		$B<2:0> = 011$
		31.5		$B<2:0> = 100$
		37.9		$B<2:0> = 101$
		44.2		$B<2:0> = 110$
		50.5		$B<2:0> = 111$
I_{STEP}	Шаг установки тока	6.31	мкА	$000 \rightarrow 001$
		6.31		$001 \rightarrow 010$
		6.31		$010 \rightarrow 011$
		6.31		$011 \rightarrow 100$
		6.31		$100 \rightarrow 101$
		6.31		$101 \rightarrow 110$
		6.31		$110 \rightarrow 111$

Рабочие характеристики

Представленные рисунки отражают результаты измерений. В связи с неизбежными допустимыми отклонениями параметров данные, приведенные ниже, могут отличаться от значений из таблицы "Типовые характеристики".

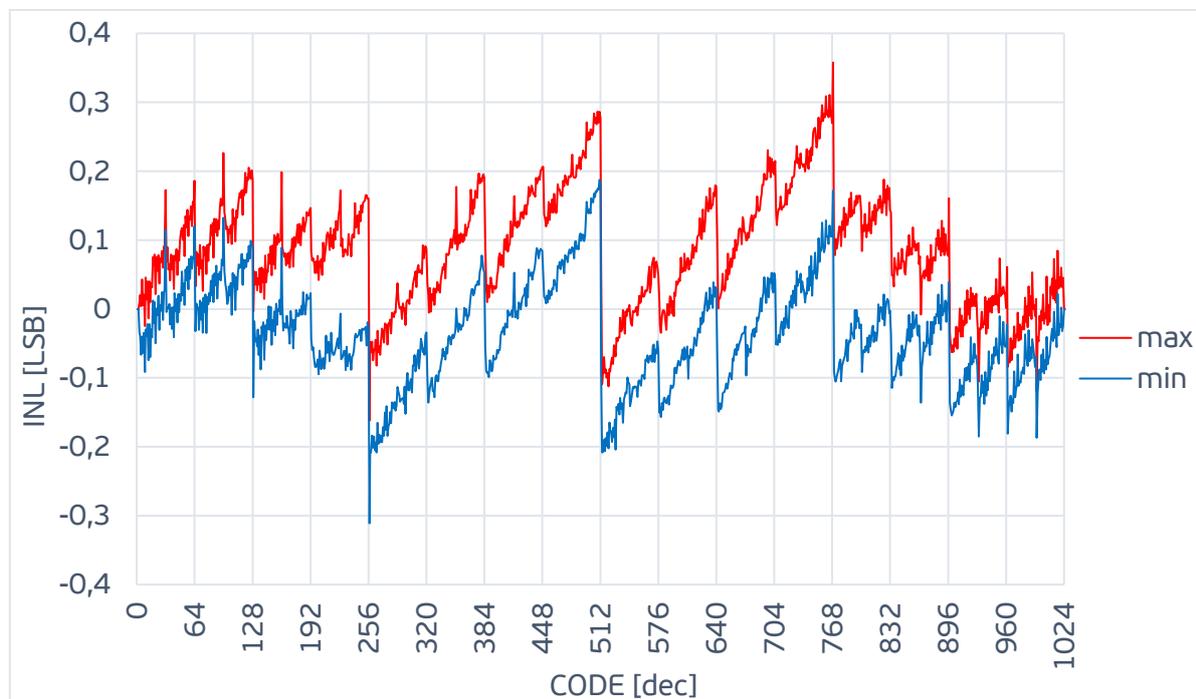


Рис. 6. Min/max INL от выходного кода при типичных условиях ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.8 \text{ В}$; $v_{cm} = 0.9 \text{ В}$; $F_{clk} = 20 \text{ МГц}$; $T = 27^\circ\text{C}$)

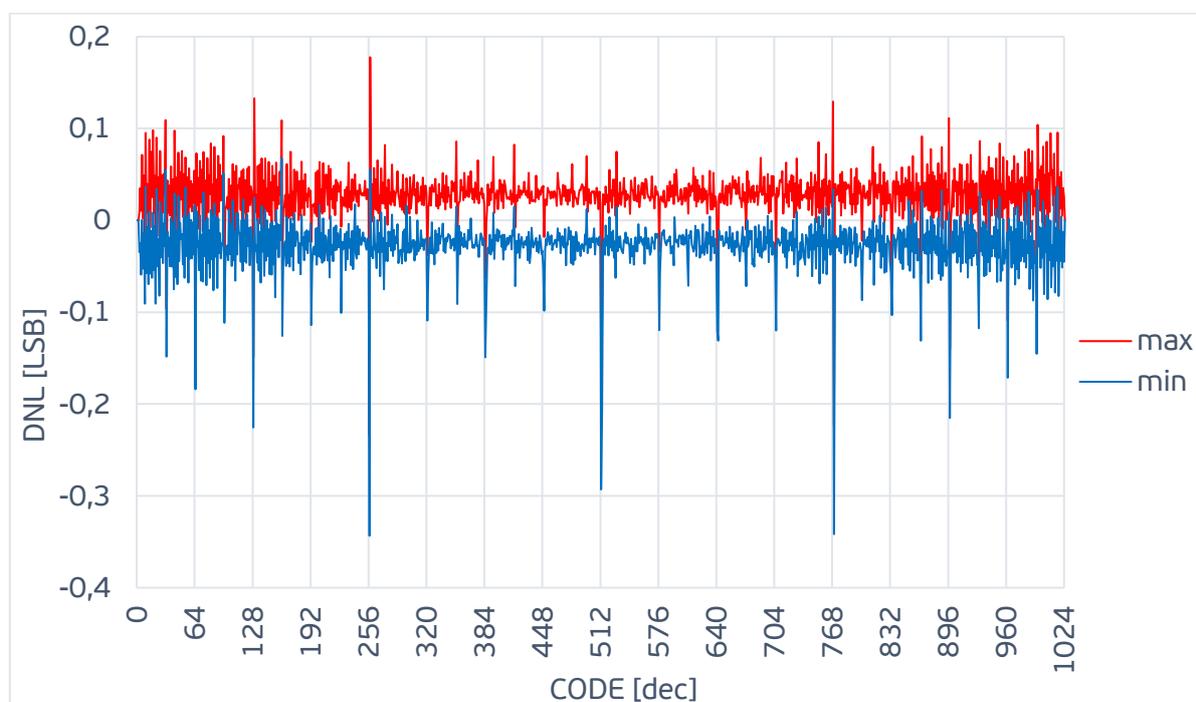


Рис. 7. Min/max DNL от выходного кода при типичных условиях ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.8 \text{ В}$; $v_{cm} = 0.9 \text{ В}$; $F_{clk} = 20 \text{ МГц}$; $T = 27^\circ\text{C}$)

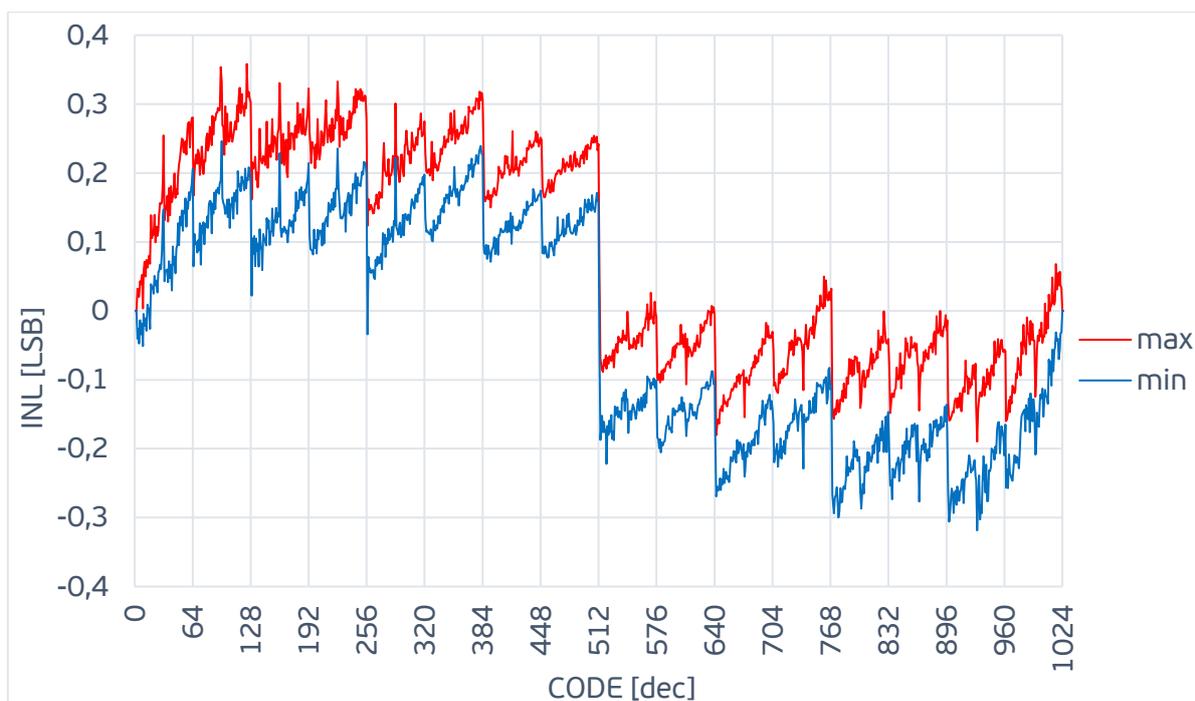


Рис. 8. Min/max INL от выходного кода при высоких температурах ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.62 \text{ В}$; $v_{cm} = 0.81 \text{ В}$; $F_{clk} = 20 \text{ МГц}$; $T = 125^\circ\text{C}$)

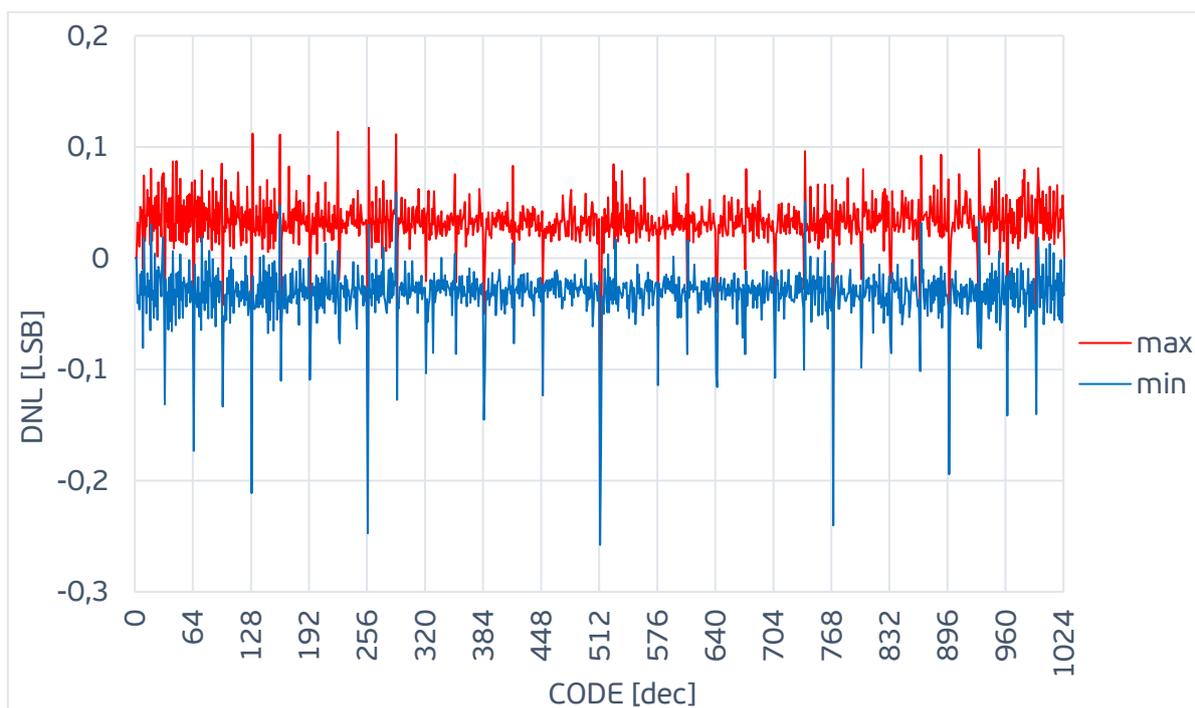


Рис. 9. Min/max DNL от выходного кода при высоких температурах ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.62 \text{ В}$; $v_{cm} = 0.81 \text{ В}$; $F_{clk} = 20 \text{ МГц}$; $T = 125^\circ\text{C}$)

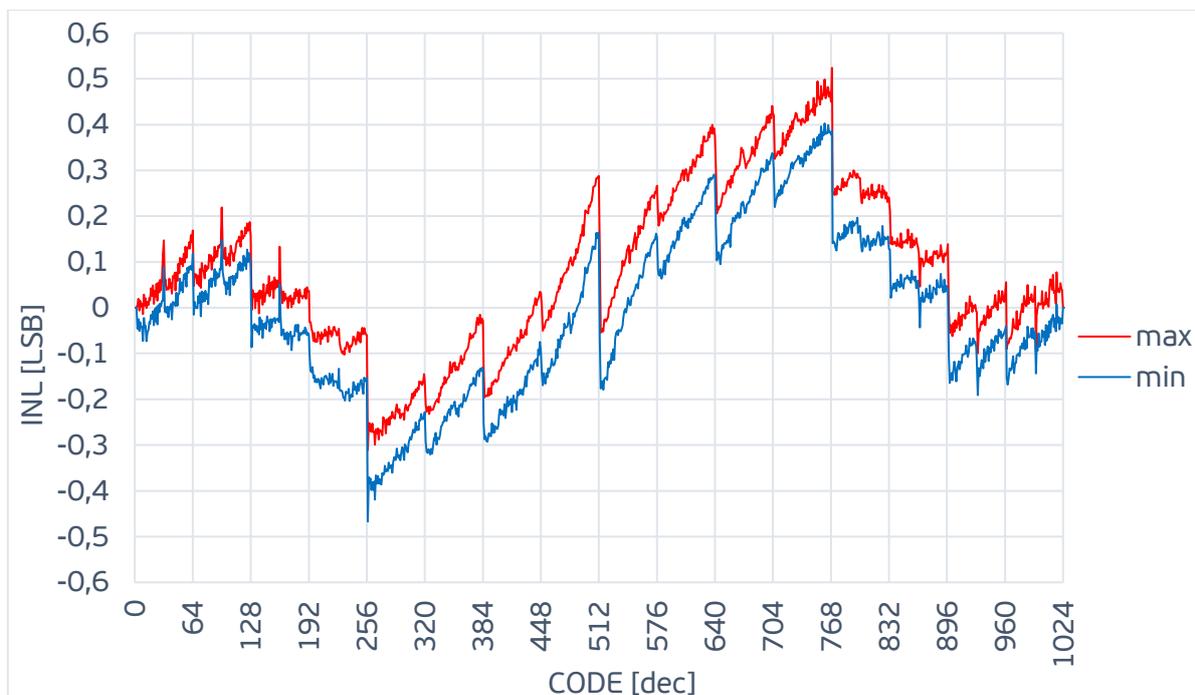


Рис. 10. Min/max INL от выходного кода при низких температурах ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.98 \text{ В}$; $v_{cm} = 0.99 \text{ В}$; $F_{clk} = 20 \text{ МГц}$; $T = -40^\circ\text{C}$)

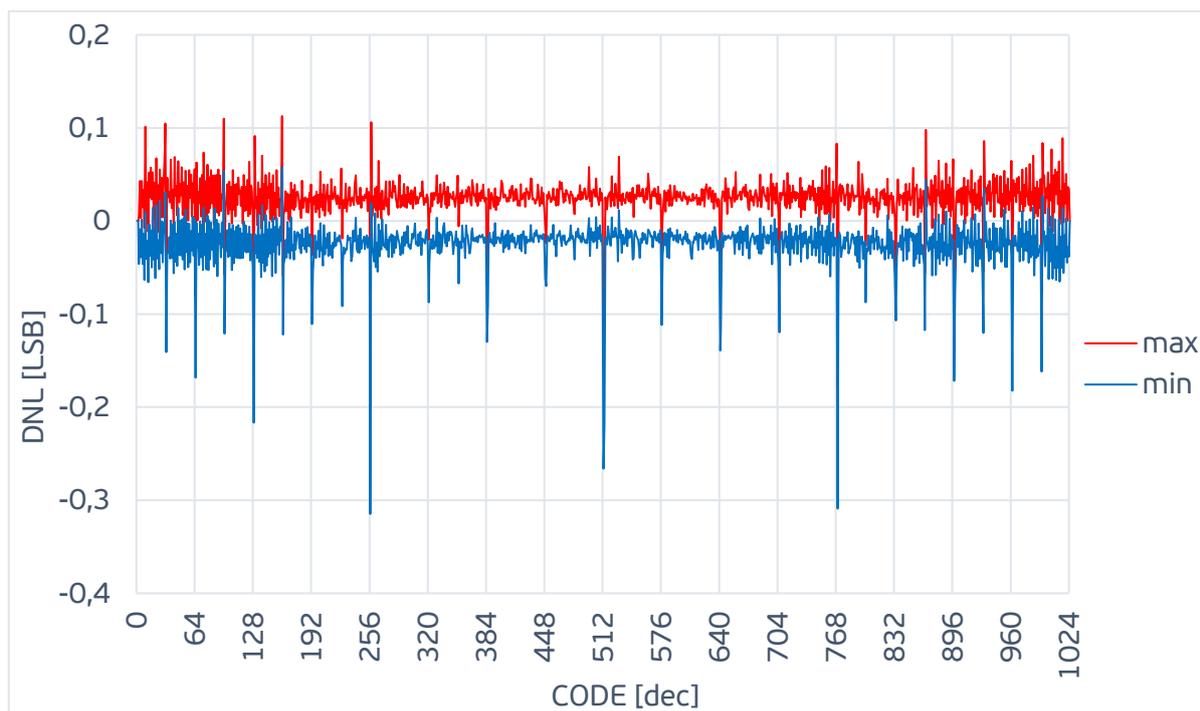


Рис. 11. Min/max DNL от выходного кода при низких температурах ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.98 \text{ В}$; $v_{cm} = 0.99 \text{ В}$; $F_{clk} = 20 \text{ МГц}$; $T = -40^\circ\text{C}$)

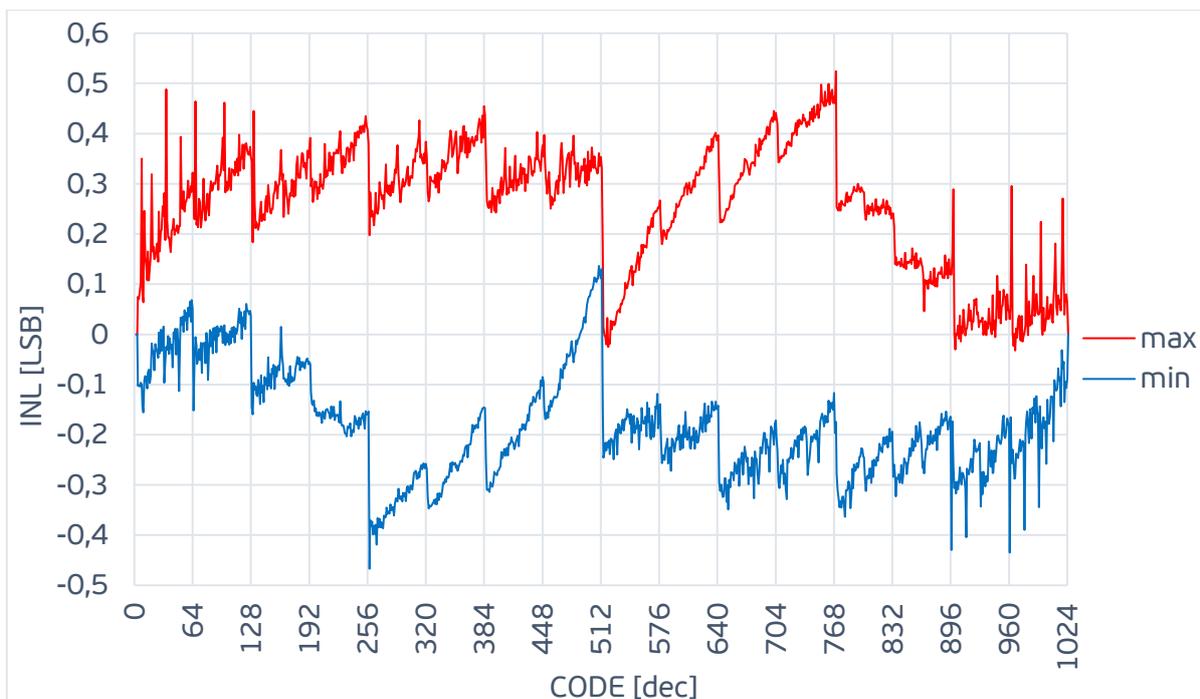


Рис. 12. Min/max INL от выходного кода в диапазоне питаний и температур ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.62..1.98$ В; $v_{cm} = 0.81..0.99$ В; $F_{clk} = 20$ МГц; $T = -40..125^{\circ}\text{C}$)

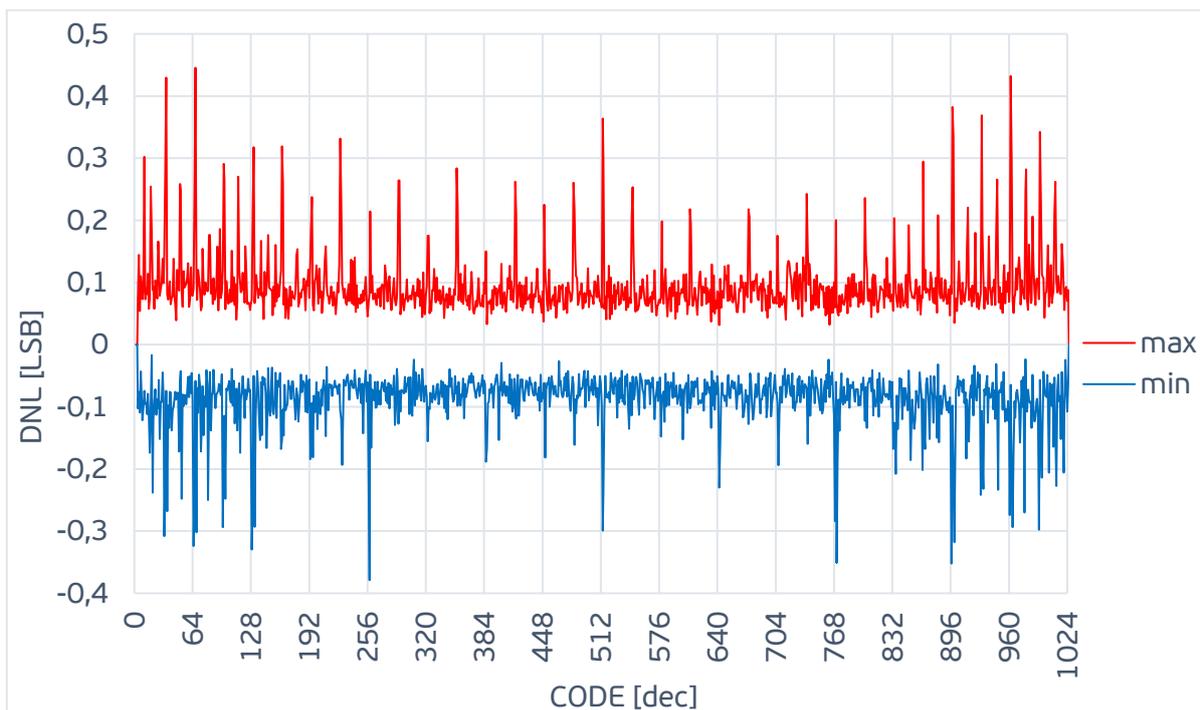


Рис. 13. Min/max DNL от выходного кода в диапазоне питаний и температур ($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.62..1.98$ В; $v_{cm} = 0.81..0.99$ В; $F_{clk} = 20$ МГц; $T = -40..125^{\circ}\text{C}$)

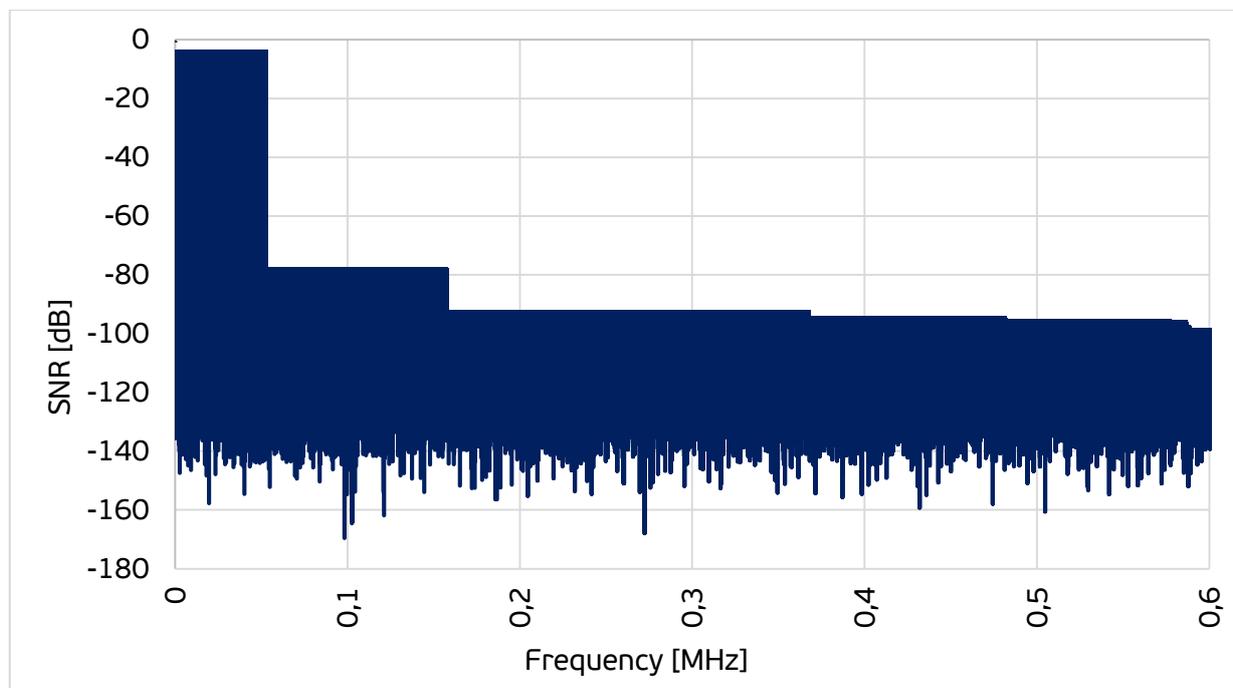


Рис. 14. Динамические характеристики
($v_{dda} = v_{ddd} = v_{refp} = 1.8 \text{ В}$; $v_{cm} = 0.9 \text{ В}$; $F_{in} = 52.5 \text{ кГц}$; $F_{sample} = 1.25 \text{ МГц}$)